

ESTUDIO DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE IMPLANTES DENTALES DE TITANIO BLASTINIZADOS MEDIANTE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO EN 3D

Kyung W. Kang^(a), María D. Pereda^(a), Adriana Lemos^(a), Pablo Bilmes^(a), Rita Bonetto^(b,c), Mariano Scarano^(d)

^(a) *Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física, 1 y 47, (1900) La Plata, Argentina.*

^(b) *Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge J. Ronco", 47 257, (1900) La Plata, Argentina.*

^(c) *CONICET, Rivadavia 1917, (1033) Ciudad de Buenos Aires, Argentina.*

^(d) *Kinetical SRL Insumos Medicos. www.kntmedical.com*

Mail: adriana.kang@ing.unlp.edu.ar

Una de las actividades más importantes en el estudio de los implantes dentales de Ti c.p. se encuentra enfocada al uso de modificaciones superficiales mediante métodos físicos o químicos, debido a que ensayos *in vivo* han puesto de manifiesto que ciertas superficies rugosas producen una mejor fijación por osteoaposición de hueso que la correspondiente a superficies lisas, por lo que resulta necesario realizar una adecuada caracterización de la rugosidad de los mismos [1]. Una gran variedad de tratamientos superficiales son utilizados para incrementar la rugosidad de los implantes dentales de Ti c.p.. De todos ellos, el más utilizado es el blastinizado. En éste, las partículas abrasivas son arrastradas por una corriente de aire hasta impactar con el material siendo algunas de las diferentes variables operativas del proceso el tamaño de partícula y la presión [2]. Existe una gran variedad de parámetros que describen la topografía de las superficies entre los cuales se encuentran los grupos de parámetros de amplitud, híbridos y funcionales [3]. La correcta elección de los parámetros más significativos dependerá de las características del tratamiento superficial utilizado y del objetivo del estudio realizado [4,5].

En el presente trabajo se realiza una caracterización, por microscopía electrónica de barrido 3D, de la superficie de muestras de Ti c.p. sometidas a diferentes condiciones de blastinizado, proporcionadas por una empresa fabricante de implantes dentales (Kinetical SRL). A este fin se estudiaron parámetros de amplitud y funcionales a partir de valores tridimensionales obtenidos con los respectivos pares estéreos de imágenes del microscopio electrónico de barrido (MEB). El proceso de blastinizado fue realizado a tres presiones y dos tamaños de partículas obteniéndose cinco muestras (B2, B4, B6, B7 y B8). Las condiciones de blastinizado se encuentran detalladas en las Tablas 1 y 2. El tiempo de blastinizado fue tal que la cantidad de material removido fue el mismo en cada muestra. Seis pares de imágenes estéreos, en distintas regiones de cada una de las muestras, fueron obtenidas con un MEB ambiental FEI Quanta 200. Para procesar las imágenes se utilizó el programa EZEImage [6] que permite obtener los siguientes parámetros: Sa (Ra en 2D), Sq, Ssk, Sku, Sz, Sbi, Sci y Svi. El parámetro Sq provee prácticamente la misma información que Sa pero el primero es levemente más sensible a picos altos y valles bajos [1]. El programa también provee los datos necesarios para obtener un estimador de la dimensión fractal D por dos diferentes métodos, utilizándose en este trabajo el método del variograma. Además, se evaluaron los parámetros de rugosidad en dos áreas ($145 \times 153 \mu\text{m}^2$ y $68 \times 73 \mu\text{m}^2$) para evaluar el efecto de la misma en los parámetros estudiados. En las Tablas 1 y 2 se pueden observar los promedios de dichos valores.

El análisis de los parámetros obtenidos en seis áreas de $145 \times 153 \mu\text{m}^2$, en cada una de las muestras, mostró una dependencia poco marcada con las variaciones de presión pero más pronunciada con la diferencia de tamaño de las partículas. Los resultados de las Tablas 1 y 2 indican que, dentro del error, no existe una diferencia significativa entre los parámetros Ssk, Sku, Sz, Sbi, Sci, y Svi para las diferentes muestras en el área más grande, mientras que para aquellos correspondientes a un área central más pequeña ($68 \times 73 \mu\text{m}^2$), se observa una leve diferencia entre los dos universos correspondientes a los dos tamaños de partículas. Este resultado pone de manifiesto la dependencia de estos parámetros con el tamaño del área analizada en muestras donde se observa inhomogeneidad superficial, propia del blastinizado (Figuras 1a y 1b), siendo mucho mayor para los parámetros de amplitud que para los funcionales. El resto de los parámetros resultan más efectivos para describir las variaciones, particularmente, el comportamiento del estimador de la dimensión fractal D que depende en menor medida del tamaño del área. Los valores negativos de la asimetría de la distribución de alturas (Ssk) observados, fundamentalmente en las muestras B6-8, indican que las partículas más grandes generaron superficies con picos más redondeados y con una distribución casi normal ($\text{Sku} \approx$

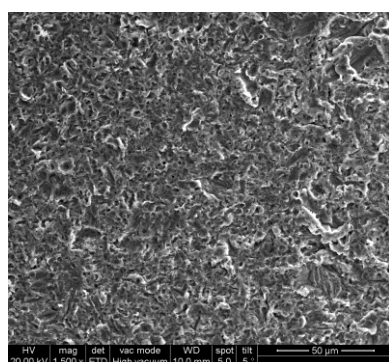
3). Según [1], las superficies homogéneas, con picos más suaves y con valores de Sa en el rango 1-2 μ m presentan mejor osteoaposición. La variación del estimador de la dimensión fractal D no es muy significativa si se tienen en cuenta los respectivos errores. No obstante, se observa que las muestras que fueron sometidas a la acción de partículas más pequeñas presentan valores de dimensión fractal más grandes y viceversa. Este resultado se condice con el hecho de que las partículas más grandes generan deformaciones más continuas que las partículas más pequeñas.

Tabla 1. Parámetros de rugosidad obtenidos con SEM-EZEImage. Área investigada: 145x153 μ m²

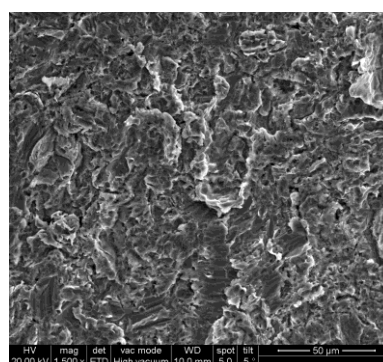
Parámetro	B2 3.5bar;<180 μ m	B4 4.5bar;<180 μ m	B6 3.5bar;<300 μ m	B8 4.5bar;<300 μ m	B7 5bar;<300 μ m
Sq (μ m)	1.4(1)	1.40(8)	2.0(1)	2.17(4)	2.3(2)
Sa (μ m)	1.07(8)	1.09(5)	1.51(8)	1.70(3)	1.8(1)
Skewness (Ssk)	-0.2(1)	-0.22(6)	-0.23(9)	-0.1 (2)	-0.24(7)
Kurtosis (Sku)	4.1(3)	4.0(5)	4.2(3)	3.6(2)	3.4(2)
Sz (μ m)	18(2)	18(2)	24(2)	21(1)	21(2)
Sbi	0.642(6)	0.638(8)	0.632(6)	0.64(3)	0.64(1)
Sci	1.46(2)	1.47(2)	1.48(2)	1.47(7)	1.45(3)
Svi	0.128(5)	0.125(5)	0.127(5)	0.12(1)	0.125(3)
D	2.58(2)	2.58(2)	2.54(2)	2.546(6)	2.527(9)

Tabla 2. Parámetros de rugosidad obtenidos con SEM-EZEImage. Área investigada: 68x73 μ m²

Parámetro	B2 3.5bar;<180 μ m	B4 4.5bar;<180 μ m	B6 3.5bar;<300 μ m	B8 4.5bar;<300 μ m	B7 5bar;<300 μ m
Sq (μ m)	1.3(3)	1.35(6)	1.82(7)	2.0(2)	2.2(1)
Sa (μ m)	1.0(2)	1.09(5)	1.44(5)	1.6(2)	1.71(8)
Skewness (Ssk)	0.1(3)	0.2(2)	-1.0(1)	-0.8(2)	-1.0(2)
Kurtosis (Sku)	3.1(4)	3.0(2)	3.4(3)	3.3(2)	3.6(4)
Sz (μ m)	10 (4)	11.4(9))	13 (1)	14(1)	16(1)
Sbi	0.60(6)	0.67(4)	0.79(4)	0.88(8)	0.82(6)
Sci	1.5(2)	1.45(3)	1.43(6)	1.38(8)	1.38(7)
Svi	0.12(3)	0.114(7)	0.118(9)	0.11(1)	0.128(9)
D	2.591(9)	2.608(6)	2.571(4)	2.55(2)	2.55(1)



(a)



(b)

Figura 1. Imagen de SEM correspondiente a: (a) Muestra B2; (b) Muestra B7.

REFERENCIAS

- [1] A. Wennerberg, T. Albrektsson, Clin. Oral Impl. Res. 20 (4) (2009) 1172-184.
- [2] V. Barranco, M.L. Escudero, M.C. García-Alonso, Electrochim. Acta 52 (2007) 4374-4384.
- [3] W.P. Dong, P.J. Sullivan, K.J. Stout, Wear 178 (1994) 29-43.
- [4] A. Arvidsson, B.A. Sater, A. Wennerberg, Clinical Implant Dentistry and Related Research 8 (2) (2006) 70-76.
- [5] M. Niemczewska-Wójcik, Wear 271 (2011) 596-603.
- [6] E. Ponz, J.L. Ladaga, R.D. Bonetto, Microscopy and Microanalysis 12 (2) (2006) 170-177.